

**PERANCANGAN ALAT PEMBERSIH TATAL KAYU PADA MESIN CNC
ROUTER DI PERUSAHAAN WILONNA KLATEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



YUSTINUS SIGIT PINDA SADEWA

18 16 10048

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PERANCANGAN ALAT PEMBERSIH TATAL KAYU PADA MESIN CNC ROUTER DI
PERUSAHAAN WILONNA KLATEN

yang disusun oleh

YUSTINUS SIGIT PINDA SADEWA

181610048

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 04 Juni 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah menyetujui
Penguji 2	: B. Laksito Purnomo, S.T., M.Sc., IPM, Asean Eng, CSCA, CSCM	Telah menyetujui
Penguji 3	: Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D.	Telah menyetujui

Yogyakarta, 04 Juni 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

ttd

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yustinus Sigit Pinda Sadewa

NPM : 18 16 10048

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Perancangan Alat Pembersih Tatal Kayu pada Mesin *CNC Router* di Perusahaan Wilonna Klaten" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2020/2021 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 04 Juni 2021

Yang menyatakan,



Yustinus Sigit Pinda Sadewa

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya haturkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberkati dan melimpahkan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, adik yang selalu memberikan dukungan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
2. Bapak Tonny Yuniarto dan Bapak Wisnu Anggoro selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi.
3. Mas Lio, Mas Widyo, dan Mas Anekxa yang telah membantu tugas akhir ini.
4. Teman-teman mahasiswa ATMI JAYA 2018 Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan dukungan moral, ilmu, dan bantuan apapun kepada penulis dalam menyusun penelitian ini.
5. Agnes Apsari Anindita yang selalu memberikan dukungan doa dan motivasi serta menjadi tempat keluh kesah selama penulis menjalankan studi S1 dan penyelesaian penelitian ini.
6. Segala pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun guna melengkapi tugas dan syarat kelulusan Program Strata I di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini dapat selesai dengan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT., D.Eng., selaku Ketua Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
3. Ibu Lenny Halim, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak A. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah bersedia memberikan waktu dan tenaga untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
5. Bapak Dr. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah bersedia membimbing, memberikan informasi dan saran kepada penulis.
6. Bapak B. Laksito Purnomo, S.T., M.Sc., IPM, Asean Eng, CSCA, CSCM dan Bapak Anugrah Kusumo Pamosoaji, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang telah menguji dan memberikan masukan yang sangat berguna bagi Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu penulis menyelesaikan kuanliah di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
8. Pemilik dan pekerja di perusahaan Wilonna Klaten yang telah bersedia mengijinkan dan membantu penulis untuk melakukan penelitian.
9. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan pada penelitian ini, oleh sebab itu

penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 23 April 2021

Yustinus Sigit Pinda Sadewa



DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Halaman Persembahan	iv
	Kata Pengantar	v
	Daftar Isi	vii
	Daftar Tabel	ix
	Daftar Gambar	x
	Intisari	xiv
1	Pendahuluan	1
	1.1.Latar Belakang	1
	1.2.Rumusan Masalah	2
	1.3.Tujuan Penelitian	2
	1.4.Batasan Masalah	3
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
	2.1.Tinjauan Pustaka	4
	2.2.Dasar Teori	8
3	Metodologi Penelitian	34
	3.1.Rancangan Penelitian	34
	3.2.Data Penelitian	34
	3.3.Metodologi Penelitian	35
4	Profil Data	38
	<u>4.1.Profil Perusahaan</u>	38

_____ 4.2.	Sejarah Perusahaan	39
_____ 4.3.	Pengumpulan Data	39
5	Analisis Data dan Pembahasan	45
_____ 5.1.	Analisis Pemecahan Masalah	45
_____ 5.2.	Gambaran Umum Fasilitas Pembersih Mesin CNC <i>Router</i>	46
_____ 5.3.	Perancangan Alat	47
_____ 5.4.	Perhitungan Mekanis	73
_____ 5.5.	Analisis Perancangan Alat	78
_____ 5.6.	Perhitungan Biaya	111
6	Kesimpulan dan Saran	116
_____ 6.1.	Kesimpulan	116
_____ 6.2.	Saran	117
	Daftar Pustaka	118
	Lampiran	122



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	7
Tabel 2.2. Komponen Kimia Menurut Golong Kayu (Dumanauw, 2001)	14
Tabel 2.3. Kecepatan Udara di Saluran Hisap (Khan & Bhuiyan, 2013)	19
Tabel 2.4. Penentuan Diameter <i>Ducting</i> (Nagyszalanczy, 2002)	19
Tabel 4.1. Karakteristik Jenis Material	41
Tabel 4.2. Data Atribut Perancangan Pekerja	44
Tabel 5.1. Spesifikasi Rancangan Alat Pembersih Tatal Kayu	49
Tabel 5.2. Kriteria Atribut Perancangan	50
Tabel 5.3. Bobot Atribut Perancangan	50
Tabel 5.4. Perbandingan Kompetitor Alat Pembersih Tatal Kayu	52
Tabel 5.5. Arah Pengembangan Kebutuhan Fungsional	55
Tabel 5.6. Target Karakteristik Teknik	61
Tabel 5.7. Peta <i>Morphological Chart</i>	65
Tabel 5.8. Peta <i>Morphological Chart</i> Setelah Eliminasi	66
Tabel 5.9. <i>Generating Alternative</i>	66
Tabel 5.10. Rekap Evaluasi Alternatif	69
Tabel 5.11. Spesifikasi Alternatif Terpilih	70
Tabel 5.12. Laju Massa Tatal Keseluruhan	88
Tabel 5.13. Persentase Partikel yang Terhisap Masuk ke Siklon	98
Tabel 5.14. Efisiensi Siklon	100
Tabel 5.15. Kebutuhan Material Plat <i>Mild Steel</i> 1,2 mm	112
Tabel 5.16. Kebutuhan Material <i>Angle Bar</i> 20x20x3	113
Tabel 5.17. Perhitungan Biaya Komponen Beli	114
Tabel 5.18. Perhitungan Biaya Jasa	115
Tabel 5.19. Total Biaya Alat Pembersih Tatal Kayu	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rancangan Sistem Pengumpul Debu (Khan & Bhuiyan, 2013)	4
Gambar 2.2. Diagram Proses Desain dengan Metode Rasional	8
Gambar 2.3. Contoh Diagram Fungsi (Cross, 2000)	9
Gambar 2.4. Matriks Perancangan Desain <i>Cordless Dril</i> . (Cross, 2000)	11
Gambar 2.5. Komponen Utama Sistem Pengumpul Debu (Cecala dkk, 2019)	15
Gambar 2.6. Contoh Sistem <i>Push-Pull</i> (Cecala dkk, 2019)	16
Gambar 2.7. Contoh <i>Receiving Hoods</i> (Cecala dkk, 2019)	16
Gambar 2.8. Sistem Saluran <i>High Velocity</i> (Cecala dkk, 2019)	17
Gambar 2.9. Sistem Saluran <i>Low Velocity</i> (Cecala dkk, 2019)	18
Gambar 2.10. Sistem Saluran <i>Modified Low Velocity</i> (Cecala dkk, 2019)	18
Gambar 2.11. Kebutuhan Debit Aliran (Nagyszalanczy, 2002)	20
Gambar 2.12. <i>Gravity Separators</i> (Cecala dkk, 2019)	21
Gambar 2.13. Siklon (Wang, 2004)	22
Gambar 2.14. Konfigurasi Siklon 1D3D dan 2D2D (Wang, 2004)	22
Gambar 2.15. Konfigurasi Siklon 1D2D (Wang, 2004)	23
Gambar 2.16. <i>Baghouse Collector</i> (Cecala dkk, 2019)	25
Gambar 2.17. <i>Catridge Collectors</i> (Aerodyne Environmental)	25
Gambar 2.18. <i>Wet Scrubbers</i> (Cecala dkk, 2019)	25
Gambar 2.19. <i>Electrostatic Precipitator</i> (Aerodyne Environmental)	26
Gambar 2.20. Ilustrasi <i>Axial Flow Fan</i> (Cecala dkk, 2019)	26
Gambar 2.21. <i>Centrifugal Fan</i> (Cecala dkk, 2019)	27
Gambar 2.22. <i>Minimum Efficiency Reporting Value</i> (EPA,2009)	27
Gambar 2.23. Penurunan Tekanan terhadap Kecepatan Udara pada Filter HEPA (Nazarious, 2020)	28
Gambar 2.24. Solidworks 2017 Premium	29
Gambar 2.25. Tampilan <i>Template</i> Solidworks	30
Gambar 2.26. Tampilan Solidworks Flow Simulation (Solidsolutions, 2016)	30
Gambar 2.27. <i>Up Milling</i> (Groover, 2010)	31
Gambar 2.28. <i>Down Milling</i> (Groover, 2010)	32
Gambar 2.29. <i>Face Milling Cutters</i> (Groover, 2010)	32
Gambar 2.30. Contoh Jenis <i>End Mill Cutter</i> (Sejahtera, 2019)	33
Gambar 3.1. Diagram Alir Proses Penelitian	37
Gambar 4.1. Logo Perusahaan Wilonna	38

Gambar 4.2. Lokasi Perusahaan Wilonna	38
Gambar 4.3. Mesin CNC Router	39
Gambar 4.4. Alat Potong <i>End Mill Cutter</i> : (a) 3mm <i>Single Flute Spiral Cutter</i> , (b) 3mm <i>Double Flute Spiral Cutter</i> , (c) 3mm <i>Double Flute Flat Cutter</i> , (d) 3mm <i>4 Flute Spiral Cutter</i> , (e) 6mm <i>Double Flute Spiral Cutter</i> , (f) 6mm <i>Double Flute Flat Cutter</i>	40
Gambar 4.5. Penampang Kayu: (a) Jati Belanda, (b) Mahoni, (c) Mindi, (d) Jati, (e) Kayu MDF, (f) Kayu HDF.	41
Gambar 4.6. Area Kerja Mesin CNC Router	42
Gambar 5.1. Pohon Tujuan Rancangan	47
Gambar 5.2. <i>Black Box</i> Rancangan Alat Pembersih Tatal Kayu	48
Gambar 5.3. <i>Transparent Box</i> Rancangan Alat Pembersih Tatal Kayu	48
Gambar 5.4. Pembobotan <i>House of Quality</i>	51
Gambar 5.5. Perbandingan Kompetitor	53
Gambar 5.6. Relasi Atribut Produk dengan Karakteristik Teknik	56
Gambar 5.7. Hubungan Antar Karakteristik Teknik	59
Gambar 5.8. Rancangan Alat Pembersih Tatal Kayu	70
Gambar 5.9. Desain Rancangan <i>Hood</i>	71
Gambar 5.10. Desain <i>Flexible Hose</i>	71
Gambar 5.11. Desain Siklon	72
Gambar 5.12. Desain Rancangan Rangka	72
Gambar 5.13. <i>Centrifugal Fan</i> CKE MC-DE/M-125R/1-NO	73
Gambar 5.14. Spesifikasi <i>Centrifugal Fan</i> CKE	74
Gambar 5.15. Langkah Pembuatan Dokumen <i>Assembly</i> Baru	79
Gambar 5.16. Langkah <i>Insert</i> Rancangan	79
Gambar 5.17. Langkah Aktivasi Fitur <i>Flow Simulation</i>	80
Gambar 5.18. Langkah Pembuatan <i>Lid</i> pada <i>Inlet</i>	80
Gambar 5.19. Langkah Pembuatan <i>Lid</i> pada <i>Outlet</i>	81
Gambar 5.20. Langkah Pengecekan Geometri Rancangan	82
Gambar 5.21. Langkah Pengecekan Aliran Fluida	82
Gambar 5.22. Langkah Pembuatan <i>Project</i> Baru	83
Gambar 5.23. Langkah Pembuatan Kondisi Batas <i>Inlet</i>	84
Gambar 5.24. Langkah Pembuatan Kondisi Batas <i>Outlet</i>	84
Gambar 5.25. Langkah Pendefinisian <i>Porous Medium</i>	85
Gambar 5.26. Langkah Run <i>Project</i>	85

Gambar 5.27. Langkah Pembuatan <i>Flow Trajectories</i>	86
Gambar 5.28. Langkah Pembuatan Database	86
Gambar 5.29. Langkah Pembuatan <i>Particle Studies</i>	89
Gambar 5.30. Contoh Hasil Simulasi Partikel Tatal Kayu yang Terhisap Masuk ke Siklon	90
Gambar 5.31. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 1 \mu\text{m}$ yang Terhisap Masuk ke Siklon	91
Gambar 5.32. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 2,5 \mu\text{m}$ yang Terhisap Masuk ke Siklon	92
Gambar 5.33. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 10 \mu\text{m}$ yang Terhisap Masuk ke Siklon	93
Gambar 5.34. Contoh Hasil Simulasi Partikel Tatal Kayu yang Mengendap di <i>Collector</i>	94
Gambar 5.35. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 1 \mu\text{m}$ yang Mengendap di <i>Collector</i>	95
Gambar 5.36. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 2,5 \mu\text{m}$ yang Mengendap di <i>Collector</i>	96
Gambar 5.37. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $\varnothing 10 \mu\text{m}$ yang Mengendap di <i>Collector</i>	97
Gambar 5.38. Grafik Persentase Partikel yang Masuk ke Siklon	98
Gambar 5.39. Contoh Lintasan Partikel	99
Gambar 5.40. Efisiensi Siklon	100
Gambar 5.41. Contoh Hasil Simulasi Partikel Tatal Kayu	101
Gambar 5.42. Contoh Hasil Simulasi Partikel Debu $10 \mu\text{m}$	101
Gambar 5.43. Penentuan Material <i>Frame 1</i>	102
Gambar 5.44. Penentuan <i>Fixture Frame 1</i>	103
Gambar 5.45. Pemberian Beban <i>Frame 1</i>	104
Gambar 5.46. Pemberian Gaya Gravitasi <i>Frame 1</i>	104
Gambar 5.47. Pembuatan <i>Mesh Frame 1</i>	105
Gambar 5.48. Hasil Analisis Kekuatan Rangka <i>Frame 1</i>	105
Gambar 5.49. Penentuan Material <i>Frame 2</i>	106
Gambar 5.50. Penentuan <i>Fixture Frame 2</i>	106
Gambar 5.51. Analisis Pusat Beban pada <i>Inlet Connector</i>	107
Gambar 5.52. Gaya yang Bekerja pada <i>Frame 2</i>	108
Gambar 5.53. Pemberian Beban <i>Frame 2</i>	109

Gambar 5.54. Pemberian Gaya Gravitasi <i>Frame 2</i>	110
Gambar 5.55. Pembuatan <i>Mesh Frame 2</i>	110
Gambar 5.56. Hasil Analisis Kekuatan Rangka: (a) <i>Frame 2a</i> , (b) <i>Frame 2b</i>	111



INTISARI

Setiap industri manufaktur pasti menghasilkan material sisa pada proses produksinya. Salah satunya adalah Perusahaan Wilonna, Klaten yang memproduksi souvenir dan produk berbahan utama kayu. Sebagian besar dimanufaktur menggunakan mesin CNC router yang menghasilkan tatal kayu. Survey awal yang dilakukan peneliti, menunjukkan adanya ketidaknyamanan dari operator terhadap debu sisa produksi di area kerja. Hal ini dalam jangka waktu lama akan berimbas pada kesehatan dan performasi kerja dari operator. Penggunaan *vacuum cleaner* yang dipakai operator masih bersifat manual dengan kapasitas tampung alat masih di bawah rata-rata yang dihasilkan selama satu hari sehingga tidak memberikan solusi signifikan dalam upaya pengendalian debu hasil produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pengumpul debu (*dust collector*) dan membersihkan tatal menggunakan *air cleaning device*. Alat ini berfungsi untuk memisahkan partikel debu dan aliran udara sehingga di hasilkan udara yang bersih dari kontaminasi debu. Atribut produk dari alat ini dikembangkan oleh peneliti menggunakan metode rasional. Computer Aided Design (CAD) juga digunakan peneliti untuk membangkitkan atribut produk yang terpilih menjadi gambar 2D/3D model *dust collector*. Sedangkan untuk mendapatkan rancangan yang optimal digunakan fitur *flow simulation* pada software *SolidWorks 2017*.

Hasil penelitian ini berupa rancangan desain *dust collector* dalam bentuk gambar model 2D dan 3D yang telah didiskusikan pada perusahaan Wilona dengan hasil memuaskan dan siap diimplementasikan oleh perusahaan pada penelitian selanjutnya. Berdasarkan hasil analisis penelitian diperoleh tatal kayu hasil pemesinan dapat dihisap masuk ke alat dengan persentase 87,4% hingga 87,9%. Sedangkan tatal kayu berbentuk partikel debu yang berbahaya bagi pernapasan (berukuran kurang dari $\text{Ø } 10 \mu\text{m}$) dapat dihisap masuk ke alat dengan persentase 98,7% hingga 99,6%.

Kata Kunci: CAD; CNC Router; pembersih tatal; *flow simulation*; *dust collector*, *air cleaning device*.